

PERKIRAAN KEBUTUHAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI KABUPATEN PATI PADA TAHUN 2026 DENGAN MENGGUNAKAN METODE GABUNGAN



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

DINI NUR HIDAYATI

D 400 140 030

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERKIRAAN KEBUTUHAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI
KABUPATEN PATI PADA TAHUN 2026 DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GABUNGAN**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

DINI NUR HIDAYATI

D 400 140 030

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Agus Supardi, S.T., M.T.

NIK.883

HALAMAN PENGESAHAN

**PERKIRAAN KEBUTUHAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI
KABUPATEN PATI PADA TAHUN 2026 DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GABUNGAN**

OLEH

DINI NUR HIDAYATI

D 400 140 030

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 30 Januari 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Agus Supardi, S. T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Aris Budiman, S. T., M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Ir. Jatmiko, M.T

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. S. Purnomo, M.T., Ph. D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 Januari 2018

Penulis



DINI NUR HIDAYATI
D 400 140 030

**PERKIRAAN KEBUTUHAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI KABUPATEN PATI
PADA TAHUN 2026 DENGAN MENGGUNAKAN METODE GABUNGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

Abstrak

Perkiraan konsumsi energi listrik merupakan perkiraan dimasa yang akan datang dengan acuan data *history* atau masa lampau. Perkiraan kebutuhan konsumsi energi listrik bertujuan untuk memperkirakan jumlah konsumsi energi listrik dari berbagai sektor guna dijadikan sebagai gambaran di tahun yang akan datang tentang jumlah konsumsi energi listrik di PLN(persero) rayon Pati. Pertumbuhan penduduk bisa mempengaruhi perkiraan permintaan kebutuhan konsumsi energi listrik, semakin berkembangnya daerah semakin menambah pula kebutuhan konsumsi energi listrik. Perkiraan kebutuhan Konsumsi energi listrik bisa dihitung dengan berbagai metode, salah satunya yaitu metode gabungan. Metode gabungan yaitu suatu model perkiraan gabungan dari beberapa metode antara lain ekonometri, analitis dan kecenderungan dengan pendekatan sektoral, dengan cara mengambil data *history* dari BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Pati serta PLN(persero) rayon Pati. Hasil perkiraan dari data *history* yang didapat dari tahun 2013 – 2016 untuk perhitungan pada tahun 2017 sampai 2026 yaitu mengalami kenaikan. Hasil perhitungan perkiraan konsumsi energi listrik mendapatkan hasil laju pertumbuhan jumlah penduduk yaitu 0,48%, jumlah prumah tangga 0,49%, jumlah pelanggan rumah tangga 2,2%, jumlah pelanggan bisnis 6,7%, jumlah pelanggan umum 1,09%, jumlah pelanggan industri 4,9%, dan daya tersambung dari semua sektor yaitu 7,6 %.

Kata kunci: perkiraan beban, metode gabungan, regresi linier

Abstrac

Estimated loads are approximate in the future with reference to historical or past data. The estimation of electric energy consumption needs to estimate the amount of electrical energy consumption from various sectors to serve as an illustration in the coming year about the amount of electric energy consumption in PLN (Persero) rayon Pati. Population growth can affect the demand for electricity consumption consumption demand, the growing area also adds to the needs of electricity consumption. Estimated needs Electric energy consumption can be calculated by various methods, one of which is the combined method. The combined method is a model of combined estimation of several methods including econometrics, analytical and trends with sectoral approach, by taking historical data from BPS (Central Bureau of Statistics) Pati Regency and PLN (Persero) rayon Pati. Estimated results from the data history obtained from the year 2013 - 2016 for the calculation in 2017 to 2026 that has increased. The result of the calculation of the estimation of electric energy consumption get the result of the rate of increase of the population is 0.48%, the number of households 0.49%, the number of household customers 2,2%, the number of business customers 6,7%, the number of general customers 1,09% , the number of industrial customers 4,9%, and power terbungng from all sectors that is 7,6%.

Keywords: load estimation, combined method, linear regression

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan sehari – hari baik sektor rumah tangga, industri, bisnis, pemerintahan, dan sosial / umum. Seiring bertambahnya waktu, kebutuhan energi listrik di masyarakat semakin meningkat. Peningkatan konsumsi energi listrik di suatu daerah tergantung dari pertumbuhan jumlah penduduk, perkembangan dan kemajuan daerah tersebut.

Laju pertumbuhan di kabupaten Pati dari semua sektor menjadi studi kasus tersendiri yang mengalami peningkatan yang sangat baik yang akan berdampak pada kebutuhan dan penggunaan energi listrik. Energi listrik yang terbatas dan penggunaan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, maka akan terjadi pemadaman listrik yang mengakibatkan pertumbuhan dan kesejahteraan penduduk tidak tumbuh secara optimal. Peramalan merupakan suatu proses untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang. Peramalan memerlukan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa model matematis (Heizer and Render, 2009).

Peramalan permintaan listrik jangka panjang merupakan bagian penting dalam perencanaan dan perluasan sistem tenaga listrik yang lebih baik. Peramalan listrik yang baik dan konsisten, sangat penting untuk mendapatkan gambaran umum dari teknik peramalan permintaan jangka panjang (Gheisa *et al.*, 2015). Peramalan tenaga listrik merupakan proses vital dalam perencanaan industri kelistrikan dan pengoperasian sistem tenaga listrik (Almeshaiei and Soltan, 2011). Peramalan beban jangka panjang sistem tenaga listrik diramalkan tiap tahunan atau lebih. Untuk menentukan unit pembangkit, perencanaan jaringan, konversi dan peningkatan kapasitas diperlukan signifikansi sehingga peramalan beban jangka panjang dari sistem tenaga merupakan tugas penting dari sektor perencanaan listrik (Ke Zhao, 2012).

Perkiraan yang akurat mengakibatkan penghematan substansial dalam biaya operasi dan pemeliharaan, peningkatan kehandalan pasokan listrik dan sistem pengiriman, dan keputusan yang benar untuk pembangunan masa depan (Minaye and Matewose, 2013). Perkiraan pertumbuhan beban listrik pada dasarnya adalah untuk mengetahui beban maksimum suatu sistem distribusi tenaga listrik pada perencanaan penambahan daya. Oleh sebab itu, suatu perkiraan tidak selalu tepat 100% (cekmas cekdin, 2004)

Model DKL 3.01 merupakan model gabungan beberapa metode antara lain ekonometri, analitis dan kecenderungan dengan pendekatan sektoral. Untuk menghitung kebutuhan energi listrik dengan menggunakan pendekatan sektoral yang dikelompokkan menjadi beberapa sektor, yaitu sektor rumah tangga, sektor bisnis, sektor industri dan sektor umum. Sektor rumah tangga meliputi pelanggan rumah tangga, sektor bisnis meliputi sektor bisnis terdiri dari pemakai bisnis

berdasarkan golongan, sektor industri meliputi pemakai industri dan perhotelan, sedangkan untuk sektor umum sendiri meliputi pemakai gedung / pemerintahan, penerangan jalan umum dan sosial.

Tahapan prakiraan perhitungan jumlah kebutuhan energi listrik yaitu:

A. Sektor Rumah Tangga

a. Jumlah Penduduk

$$P_t = P_{t-1} * (1 + i)^t \quad (1)$$

Dengan : P_t merupakan jumlah penduduk pada tahun ke t

P_{t-1} merupakan jumlah penduduk pada tahun ke t-1

i merupakan pertumbuhan penduduk dalam %

t merupakan jangka waktu (selisih tahun)

b. Jumlah Rumah Tangga

$$H_t = \frac{P_t}{Q_t} \quad (2)$$

Dengan : H_t merupakan jumlah rumah tangga pada tahun ke t

Q_t merupakan penghuni rumah tangga pada tahun ke t

c. Pelanggan Rumah Tangga

$$PR_t = PR_{t-1} * (1 + (\varepsilon PR * \frac{GR_t}{100})) \quad (3)$$

Dengan : PR_t merupakan pelanggan rumah tangga pada tahun ke t

εPR merupakan elastisitas pelanggan rumah tangga

g_t merupakan pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) total

d. Daya Tersambung Rumah Tangga

$$VAR_t = VAR_{t-1} + \Delta PR_t * VR \quad (4)$$

Dengan : VAR_t merupakan daya tersambung rumah tangga tahun ke t

VR merupakan daya tersambung / pelanggan rumah tangga baru

ΔPR_t merupakan penambahan pelanggan rumah tangga tahun ke t

e. Konsumsi Energi Rumah Tangga

$$\text{Maka, } ER_t = ER_{t-1} * (1 + (\varepsilon ER * \frac{g_t}{100})) + (\Delta PR_t * UKR_t) \quad (5)$$

Dengan : UKR_t merupakan rata-rata pelanggan pada tahun ke t

ER_t merupakan konsumsi energi rumah tangga total tahun ke t

εER merupakan elastisitas energi rumah tangga

g_t merupakan pertumbuhan PDRB total tahun ke t

B. Sektor Bisnis

a. Pelanggan Bisnis

$$PB_t = PB_{t-1} * [1 + \varepsilon PB * GB_t/100] \quad (6)$$

Dengan : PB_t merupakan pelanggan bisnis pada tahun ke t

PB_{t-1} merupakan pelanggan bisnis pada tahun ke t-1

εPB merupakan elastisitas pelanggan bisnis

b. Daya Tersambung Bisnis

$$VAB_t = VAB_{t-1} + (\Delta PB_t * VB_t) \quad (7)$$

Dengan : VAB_t merupakan daya tersambung bisnis pada tahun ke

VAB_{t-1} merupakan daya tersambung pada bisnis tahun ke t-1

ΔPB_t merupakan penambahan pelanggan bisnis tahun ke t

VB_t daya tersambung rata rata per pelanggan baru

c. Konsumsi Energi Bisnis

$$EB_t = EB_{t-1} * (1 + \varepsilon EB * \frac{GB_t}{100}) \quad (8)$$

Dengan : EB_t merupakan konsumsi energi bisnis tahun ke t

EB_{t-1} merupakan konsumsi energi bisnis tahun ke t-1

εEB elastisitas energi bisnis

GB_t merupakan pertumbuhan PDRB sektor bisnis pada tahun ke t

C. Sektor Umum

a. Pelanggan Umum

Jumlah pelanggan umum dipengaruhi oleh nilai elastisitas pelanggan umum terhadap perkembangan pelanggan rumah tangga.

$$PU_t = PU_{t-1} * [1 + \varepsilon PU * GU_t/100] \quad (9)$$

Dengan : PU_t merupakan pelanggan umum tahun ke t

PU_{t-1} merupakan pelanggan umum pada tahun ke t-1

εPU merupakan elastisitas pelanggan umum

b. Daya Tersambung umum

$$VAU_t = VAU_{t-1} + (\Delta PU_t * VU) \quad (10)$$

Dengan : VAU_t merupakan daya tersambung umum pada tahun ke t

VAU_{t-1} merupakan daya tersambung umum pada tahun ke t-1

ΔPU_t merupakan penambahan pelanggan umum pada tahun ke t

VU daya tersambung rata – rata per pelanggan baru.

c. Konsumsi Energi Umum

$$EU_t = EU_{t-1} * (1 + \varepsilon EU * \frac{GU_t}{100}) \quad (11)$$

Dengan : EU_t merupakan konsumsi energi listrik pada tahun ke t

EU_{t-1} merupakan konsumsi energi listrik pada tahun ke t-1

εEU merupakan elastisitas energi umum

GU_t pertumbuhan PDRB sektor umum pada tahun ke t

D. Sektor Industri

a. Pelanggan Industri

$$PI_t = PI_{t-1} * (1 + \varepsilon PI * GI_t / 100) \quad (12)$$

Dengan : PI_t merupakan pelanggan industri tahun ke t

PI_{t-1} merupakan pelanggan industri tahun ke t-1

εPI merupakan elastisitas pelanggan industri

GI_t merupakan pertumbuhan PDRB sektor industri tahun t

b. Daya Tersambung Industri

$$VAI_t = VAI_{t-1} + \Delta PI_t * VI_t \quad (13)$$

Dengan : VAI_t merupakan daya tersambung industri pada tahun ke t

VAI_{t-1} merupakan daya tersambung pada industri pada tahun ke t-1

ΔPI_t merupakan penambahan pelanggan industri pada tahun ke t

c. Konsumsi Energi Industri

$$EI_t = EI_{t-1} * \left(1 + \varepsilon EI * \frac{GI_t}{100}\right) \quad (14)$$

Dengan : EI_t merupakan konsumsi energi industri pada tahun ke t

EI_{t-1} merupakan konsumsi energi listrik pada tahun ke t-1

εEI merupakan elastisitas energi industri

E. Konsumsi Energi Listrik Total

$$ET_t = ER_t + EB_t + EU_t + EI_t \quad (15)$$

Dengan : ET_t merupakan total konsumsi energi listrik pada tahun ke t

ER_t merupakan konsumsi energi rumah tangga pada tahun ke t

EB_t merupakan konsumsi energi sektor bisnis pada tahun ke t

EI_t merupakan konsumsi energi sektor industri pada tahun ke t

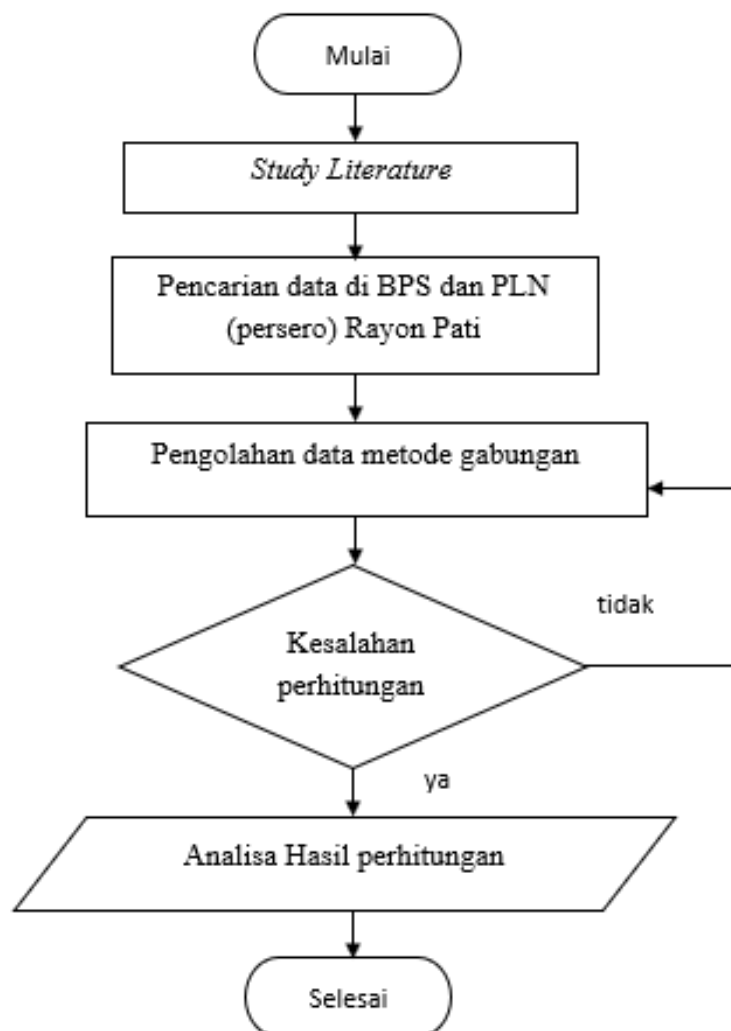
Perhitungan prakiraan daya akan mudah dihitung jika nilainya ditentukan terlebih dahulu sehingga diperlukan asumsi. Pengasumsian untuk perhitungan prakiraan daya yaitu jumlah

penghuni rumah tangga, laju pertumbuhan PDRB per sektor, elastisitas pelanggan, elastisitas energi, daya tersambung per pelanggan baru dan konsumsi energi per pelanggan rumah tangga baru.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Pati dengan cara pengumpulan data yang diperlukan untuk pengolahan prakiraan beban di tahun mendatang. Langkah pertama penelitian ini yaitu mencari referensi buku – buku maupun jurnal dengan tema yang sama, kemudian mengumpulkan data dari PLN (persero) Rayon Pati dan Badan Pusat Statistika Kabupaten Pati.

Prakiraan beban terpasang jangka panjang dengan menggunakan metode gabungan membutuhkan data jumlah penduduk, jumlah rumah tangga, jumlah pelanggan, jumlah konsumsi energi listrik, laju pertumbuhan PDRB Kabupaten Pati dan beban puncak. Setelah semua data yang dibutuhkan terpenuhi, maka selanjutnya dilakukan perhitungan prakiraan beban terpasang di daerah Pati dan menganalisa masalah.



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Pati dari tahun 2013 – 2016 mengalami peningkatan. Menurut data Badan Pusat Statistik Kabupaten Pati, laju pertumbuhan penduduk setiap tahunnya yaitu 0,45%, untuk pertumbuhan jumlah rumah tangga sebesar 0,44%.

Data pertumbuhan jumlah penduduk dari Tahun 2013 – 2016 menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Pati yaitu :

Tabel 1. Jumlah penduduk dari tahun 2013 – 2016

| No | Tahun | Jumlah penduduk | Jumlah Rumah Tangga |
|----|-------|-----------------|---------------------|
| 1 | 2013 | 1.218.016 | 355.085 |
| 2 | 2014 | 1.225.594 | 357.293 |
| 3 | 2015 | 1.232.192 | 359.389 |
| 4 | 2016 | 1.239.989 | 361.431 |

Laju pertumbuhan penduduk dapat dihitung menggunakan rumus :

$$i = \sqrt[4]{\frac{\text{jumlah penduduk tahun 2016}}{\text{jumlah penduduk tahun 2013}}} - 1 * 100\%$$
$$= \sqrt[4]{\frac{1.239.989}{1.218.016}} - 1 * 100\%$$
$$= 0,45 \%$$

Jumlah penghuni rumah tangga dapat dihitung dari jumlah penduduk dibagi dengan jumlah rumah tangga, dan dapat dihitung menggunakan program *microsoft excel*, dengan hasil perhitungan :

Tabel 2. Jumlah penghuni rumah tangga

| Tahun | Jumlah penghuni rumah tangga |
|-------|------------------------------|
| 2013 | 3,43 |
| 2014 | 3,43 |
| 2015 | 3,42 |
| 2016 | 3,43 |
| 2017 | 3,425 |
| 2018 | 3,425 |
| 2019 | 3,4275 |
| 2020 | 3,425 |
| 2021 | 3,42625 |
| 2022 | 3,42625 |
| 2023 | 3,425625 |
| 2024 | 3,42625 |
| 2025 | 3,4259375 |
| 2026 | 3,4259375 |

Kondisi perekonomian suatu daerah dikatakan baik jika mengalami pertumbuhan ekonomi yang berkembang dan positif. Pertumbuhan perekonomian di Kabupaten Pati menurut PDRB tahun 2013 – 2016 yaitu mengalami kenaikan sebesar 5,2%. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Pati, pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) tahun 2013 – 2016 yaitu:

Tabel 3. Pertumbuhan PDRB per tahun

| Tahun | PDRB total | Umum | Bisnis | Industri |
|-------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 2013 | 22.329.694 | 844.748 | 1.940.008 | 7.659.892 |
| 2014 | 23.365.214 | 901.364 | 2.297.865 | 7.046.561 |
| 2015 | 24.752.325 | 985.114 | 2.692.893 | 8.361.227 |
| 2016 | 26.039.955 | 1.024.128 | 3.145.630 | 8.669.052 |

Laju pertumbuhan PDRB total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 g_t &= \frac{PDRB \text{ total tahun } 2016}{PDRB \text{ total tahun } 2015} - 1 * 100\% \\
 &= \frac{26039955}{24752325} - 1 * 100\% \\
 &= 5,2 \%
 \end{aligned}$$

Elastisitas pelanggan dan elastisitas energi per sektor terhadap PDRB total dapat dihitung menggunakan metode regresi linier. Hasil perhitungan elastisitas pelanggan dan elastisitas energi per sektor terhadap PDRB total yaitu :

Tabel 4. Elastisitas pelanggan dan elastisitas energi

| Elastisitas | Rumah Tangga | Umum | Bisnis | Industri |
|-------------|--------------|------|--------|----------|
| Pelanggan | 0,54 | 0,39 | 2,46 | 2,04 |
| Energi | 1,4 | 1,3 | 3,9 | 1,08 |

Perhitungan elastisitas didapat dari :

| tahun | pdrb total | jumlah pelanggan per sektor | | | |
|-------|------------|-----------------------------|--------|------|----------|
| | | RT | Bisnis | Umum | industri |
| 2013 | 22329694 | 170594 | 4154 | 1205 | 94 |
| 2014 | 23365214 | 175258 | 4533 | 1227 | 102 |
| 2015 | 24752325 | 181432 | 4877 | 1254 | 119 |
| 2016 | 26039955 | 185228 | 6214 | 1282 | 127 |

| X'=ln(X) | Y'(=lnY) | Y'2 | x'2 | X'Y' |
|----------|----------|--------|---------|--------|
| 16,92 | 12,05 | 145,13 | 286,33 | 203,85 |
| 16,97 | 12,07 | 145,78 | 287,87 | 204,86 |
| 17,02 | 12,11 | 146,62 | 289,83 | 206,14 |
| 17,08 | 12,13 | 147,12 | 291,56 | 207,11 |
| 67,99 | 48,36 | 584,65 | 1155,60 | 821,96 |

Perhitungan elastisitas menggunakan persamaan : $Y = aX^b$, dan ditransformasikan kedalam bentuk linier $\ln(Y) = \ln a + b \ln X$. Misal $Y' = \ln Y$; $a' = \ln a$; $X' = \ln X$, sehingga mendapatkan hasil persamaan $Y' = a' + b X'$.

$$b = \frac{\sum X'Y' - \frac{\sum X' \sum Y'}{n}}{\sum X'^2 - \frac{(\sum X')^2}{n}} = \frac{821,96 - \frac{821,96}{4}}{1155,6 - \frac{67,99^2}{4}} = 0,54$$

$$a' = \frac{\sum Y' - b \sum X'}{n} = \frac{48,36 - (0,54 \cdot 67,99)}{4} = 2,9$$

$Y' = a' + bX'$, maka didapatkan persamaan $Y' = 2,9 + 0,54X'$, sesuai persamaan tersebut maka Y' terhadap X' yaitu nilai b itu sendiri.

Konsumsi energi listrik tergantung daerah masing masing. Konsumsi energi listrik dapat diklasifikasikan menjadi beberapa sektor : sektor rumah tangga, sektor bisnis, sektor umum dan sektor industri. Pemakaian Energi listrik dari tahun 2013 – 2016 mengalami kenaikan sebesar 5,04%. Berdasarkan data PLN (Persero) Rayon Pati pengkonsumsian energi listrik dari tahun 2013 – 2016 yaitu :

Tabel 5. Data konsumsi energi listrik per sektor

| No | Sektor | Tahun | | | |
|----|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| 1 | Energi terjual (KWh) | 26.609.335 | 26.874.683 | 31.297.974 | 32.398.047 |
| | a. Rumah Tangga | 16.164.687 | 16.628.893 | 19.258.740 | 19.589.237 |
| | b. Bisnis | 1.940.008 | 2.297.865 | 2.692.893 | 3.145.630 |
| | c. Umum | 844.748 | 901.364 | 985.114 | 1.024.128 |
| | d. industri | 7.659.892 | 7.046.561 | 8.361.227 | 8.669.052 |
| 2 | Daya tersambung (kVA) | 144.200 | 154.900 | 164.660 | 179.430 |
| | a. Rumah Tangga | 98.900 | 102.100 | 106.600 | 111.030 |
| | b. Bisnis | 14.100 | 16.600 | 19.060 | 22.400 |
| | c. Umum | 4.300 | 4.700 | 5.100 | 5.500 |
| | d. Industri | 26.900 | 31.500 | 33.900 | 40.500 |
| 3 | Pelanggan | 176.047 | 181.114 | 187.682 | 192.851 |
| | a. Rumah Tangga | 170.594 | 175.258 | 181.432 | 185.228 |
| | b. Bisnis | 4.154 | 4.533 | 4.877 | 6.214 |
| | c. Umum | 1.205 | 1.227 | 1.254 | 1.282 |
| | d. Industri | 94 | 102 | 119 | 127 |

Daya tersambung per pelanggan baru bisa dihitung berdasarkan daya tersambung dan jumlah pelanggan dengan menggunakan rumus :

$$VA_{2013} = \frac{\text{daya tersambung}_{2013}}{\text{Pelanggan}_{2013}} = \frac{98900000}{170594} = 580$$

Tabel 6. Daya tersambung per pelanggan baru

| Tahun | Daya tersambung per pelanggan baru (VA) | | | |
|-------|---|--------|-------|----------|
| | Rumah tangga | Bisnis | Umum | Industri |
| 2013 | 580 | 3.394 | 3.568 | 286.170 |
| 2014 | 583 | 3.662 | 3.830 | 308.824 |
| 2015 | 588 | 3.908 | 4.067 | 284.874 |
| 2016 | 599 | 3.605 | 4.290 | 318.898 |
| 2017 | 603 | 3.748 | 4.516 | 315.412 |
| 2018 | 610 | 3.746 | 4.723 | 319.079 |
| 2019 | 617 | 3.713 | 4.926 | 330.046 |
| 2020 | 621 | 3.765 | 5.122 | 329.328 |
| 2021 | 628 | 3.736 | 5.367 | 334.856 |
| 2022 | 633 | 3.745 | 5.489 | 338.481 |
| 2023 | 637 | 3.753 | 5.663 | 340.137 |
| 2024 | 642 | 3.745 | 5.830 | 343.674 |
| 2025 | 647 | 3.752 | 5.993 | 345.611 |
| 2026 | 651 | 3.752 | 6.149 | 347.619 |

Konsumsi energi per pelanggan rumah tangga baru bisa dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 UKR_{t2013} &= \frac{ER_{t2013}}{PR_{t2013}} \\
 &= \frac{16.164.687}{170.594} = 95
 \end{aligned}$$

Tabel 7. Konsumsi energi per pelanggan rumah tangga baru

| Tahun | konsumsi energi per pelanggan rumah tangga baru |
|-------|---|
| 2013 | 95 |
| 2014 | 95 |
| 2015 | 106 |
| 2016 | 106 |
| 2017 | 111 |
| 2018 | 116 |
| 2019 | 118 |
| 2020 | 122 |
| 2021 | 125 |
| 2022 | 128 |
| 2023 | 131 |
| 2024 | 134 |
| 2025 | 136 |
| 2026 | 139 |

3.1 Pengasumsian perhitungan kebutuhan energi listrik dikabupaten Pati

Tabel 8. Ikhtisar asumsi perhitungan prakiraan kebutuhan energi listrik

| Uraian | Tahun | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| - Pertumbuhan penduduk(%) | 0,57 | 0,59 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,55 | 0,55 |
| - Pertumbuhan PDRB(%) | 4,91 | 4,37 | 4,27 | 4,16 | 3,89 | 3,81 | 3,66 | 3,51 | 3,42 | 3,29 |
| Sektor Rumah Tangga | | | | | | | | | | |
| - Jumlah Rumah Tangga | 363.583 | 365.652 | 367.749 | 369.860 | 371.943 | 374.046 | 376.143 | 378.236 | 386.337 | 382.432 |
| Sektor Bisnis | | | | | | | | | | |
| - Pertumbuhan PDRB (%) | 5,19 | 3,11 | 3,69 | 3,76 | 3,12 | 3,42 | 3,16 | 3,02 | 3,04 | 2,87 |
| Sektor Umum | | | | | | | | | | |
| - Pertumbuhan PDRB (%) | 4,24 | 3,29 | 3,32 | 3,45 | 3,04 | 3,12 | 3,00 | 2,86 | 2,85 | 2,73 |
| Sektor Industri | | | | | | | | | | |
| - Pertumbuhan PDRB (%) | 4,16 | 4,31 | 4,10 | 3,82 | 3,81 | 3,60 | 3,48 | 3,39 | 3,25 | 3,16 |

3.2 Analisa perhitungan perkiraan kebutuhan energi listrik

Dari data pengasumsian kebutuhan energi listrik yang sudah diasumsikan sebelumnya digunakan sebagai dasar perhitungan perkiraan kebutuhan energi listrik tahun 2026. Sebagai contoh perhitungan manual pada tahun 2018 yaitu :

3.2.1 Sektor rumah tangga

3.2.1.1 Jumlah Penduduk

$$P_t = P_{t-1} * (1 + i)^t$$

$$P_{2017} = P_{2016} * (1 + 0,45\%)^1$$

$$= 1.239.989 * 1,0045$$

$$= 1.245.569 \text{ jiwa}$$

3.2.1.2 Jumlah Rumah Tangga

$$H_t = \frac{p_t}{Q_t}$$

$$= \frac{1.245.569}{3,4275}$$

$$= 363.405$$

3.2.1.3 Jumlah Pelanggan Rumah Tangga

$$PR_t = PR_{t-1} * (1 + (\varepsilon PR * \frac{g_t}{100}))$$

$$= 185.228 * (1 + ((0,54 * 4,91) / 100))$$

$$= 190.139$$

3.2.1.4 Daya Tersambung Rumah Tangga

$$VAR_t = VAR_{t-1} + \Delta PR_t * VR$$

$$= 111.030.000 + (190.139 - 185.228) * 603$$

$$= 113.991.415 \text{ VA}$$

3.2.1.5 Konsumsi Energi Rumah Tangga

$$\begin{aligned}ER_t &= ER_{t-1} * (1 + \left(\varepsilon ER * \frac{g_t}{100}\right) + (\Delta PR_t * UKR_t)) \\&= 19.589.237 * (1 + ((1,4 * 4,91)/100) + (198.415 - 185.228) * 111) \\&= 22.399.558 \text{ KWh}\end{aligned}$$

3.2.2 Sektor Bisnis

3.2.2.1 Pelanggan Bisnis

$$\begin{aligned}PB_t &= PB_{t-1} * [1 + \varepsilon PB * GB_t/100] \\&= 6.214 * (1 + (2,46 * (5,2/100))) \\&= 6.619\end{aligned}$$

3.2.2.2 Daya Tersambung Bisnis

$$\begin{aligned}VAB_t &= VAB_{t-1} + (\Delta PB_t * VB_t) \\&= 22.400.000 + ((6.619 - 6.214) * 3748) \\&= 23.919.082 \text{ VA}\end{aligned}$$

3.2.2.3 Konsumsi Energi Bisnis

$$\begin{aligned}EB_t &= EB_{t-1} * (1 + \varepsilon EB * \frac{GB_t}{100}) \\&= 3.145.630 * (1 + ((1,3 * 5,2)/100)) \\&= 3.358.275 \text{ KWh}\end{aligned}$$

3.2.3 Sektor Umum

3.2.3.1 Jumlah pelanggan umum

$$\begin{aligned}PU_t &= PU_{t-1} * [1 + \varepsilon PU * GU_t/100] \\&= 1.282 * (1 + (0,39 * (4,2/100))) \\&= 1.295\end{aligned}$$

3.2.3.2 Daya Tersambung umum

$$\begin{aligned}VAU_t &= VAU_{t-1} + (\Delta PU_t * VU) \\&= 5.500.000 + ((1.295 - 1.282) * 4516) \\&= 5.559.866 \text{ VA}\end{aligned}$$

3.2.3.3 Konsumsi Energi Umum

$$\begin{aligned}EU_t &= EU_{t-1} * (1 + \varepsilon EU * \frac{GU_t}{100}) \\&= 1.024.128 * ((1 + (3,9 * 4,2)/100)) \\&= 1.191.880 \text{ KWh}\end{aligned}$$

3.2.4 Sektor Industri

3.2.4.1 Pelanggan Industri

$$\begin{aligned}PI_t &= PI_{t-1} * (1 + \varepsilon_{PI} * GI_t/100) \\&= 127 * (1 + ((2,04 * 4,2)/100)) \\&= 138\end{aligned}$$

3.2.4.2 Daya Tersambung Industri

$$\begin{aligned}VAI_t &= VAI_{t-1} + \Delta PI_t * VI_t \\&= 40.500.000 + ((138-127) * 315.412) \\&= 43.932.112 \text{ VA}\end{aligned}$$

3.2.4.3 Konsumsi Energi Industri

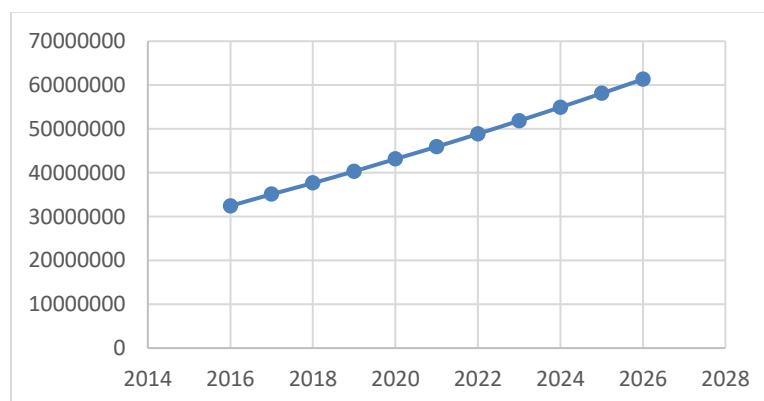
$$\begin{aligned}EI_t &= EI_{t-1} * \left(1 + \varepsilon_{EI} * \frac{GI_t}{100}\right) \\&= 8.669.052 * (1 + ((1,08 * 4,2)/100)) \\&= 9.062.280 \text{ KWh}\end{aligned}$$

3.3 Jumlah konsumsi energi listrik

Jumlah konsumsi energi listrik pada tahun 2017 yaitu penjumlahan konsumsi energi listrik dari semua sektor, bisa dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}ET_t &= ER_t + EB_t + EU_t + EI_t \\&= 21.824.077 + 3.358.275 + 1.191.880 + 9.062.280 \\&= 35.436.512 \text{ KWh}\end{aligned}$$

Grafik perhitungan konsumsi energi listrik 2017-2026 yaitu :



Gambar 2. Laju pertumbuhan konsumsi energi listrik

3.4 Hasil Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2017 – 2026

Berdasarkan data yang ada ,dihasilkan perhitungan prakiraan Kebutuhan energi listrik tahun 2017 – 2026 dengan menggunakan perhitungan program *Microsoft Excel* yaitu :

Tabel 9. Hasil perhitungan prakiraan energi listrik dari tahun 2017-2026

| Uraian | Tahun | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| - Jumlah penduduk | 1.245.569 | 1.251.174 | 1.256.804 | 1.262.460 | 1.268.141 | 1.273.848 | 1.279.580 | 1.285.338 | 1.291.122 | 1.296.932 |
| - Jumlah rumah tangga | 363.405 | 365.106 | 366.833 | 368.320 | 370.042 | 371.720 | 373.392 | 375.050 | 376.751 | 378.448 |
| Konsumsi Energi (KWh) | | | | | | | | | | |
| - Rumah Tangga | 22.399.592 | 25.228.419 | 28.278.045 | 31.573.761 | 34.968.256 | 38.608.133 | 42.427.561 | 46.414.427 | 50.613.345 | 54.984.374 |
| - Bisnis | 3.358.275 | 3.493.613 | 3.661.656 | 3.842.542 | 3.997.396 | 4.174.081 | 4.347.723 | 4.517.284 | 4.693.458 | 4.870.401 |
| - Umum | 1.191.880 | 1.345.275 | 1.518.412 | 1.719.753 | 1.920.965 | 2.153.209 | 2.405.135 | 2.677.156 | 2.969.501 | 3.282.189 |
| - Industri | 9.062.280 | 9.483.132 | 9.903.046 | 10.309.467 | 10.732.567 | 11.149.849 | 11.571.314 | 11.996.212 | 12.423.757 | 12.853.122 |
| Daya Tersambung (VA) | | | | | | | | | | |
| - Rumah Tangga | 113.991.414 | 116.728.426 | 119.497.329 | 122.279.994 | 124.960.661 | 127.667.734 | 130.338.503 | 132.970.938 | 135.604.844 | 138.201.380 |
| - Bisnis | 23.919.082 | 25.358.512 | 26.833.541 | 28.373.351 | 29.881.088 | 31.437.868 | 33.012.403 | 34.592.449 | 36.206.776 | 37.830.293 |
| - Umum | 5.559.866 | 5.616.167 | 5.674.072 | 5.733.257 | 5.791.756 | 5.850.835 | 5.909.857 | 5.968.578 | 6.027.827 | 6.076.158 |
| - Industri | 43.932.112 | 47.791.357 | 51.931.460 | 56.080.524 | 60.626.267 | 65.316.834 | 70.235.964 | 75.408.976 | 80.808.350 | 86.429.045 |
| Pelanggan | | | | | | | | | | |
| - Rumah Tangga | 198.415 | 210.988 | 224.051 | 237.566 | 250.966 | 264.830 | 278.885 | 293.079 | 307.613 | 322.287 |
| - Bisnis | 6.681 | 6.982 | 7.461 | 7.846 | 8.241 | 8.683 | 9.075 | 9.493 | 9.911 | 1.035 |
| - Umum | 1.374 | 1.434 | 1.528 | 1.604 | 1.681 | 1.768 | 1.844 | 1.926 | 2.007 | 2.086 |
| - Industri | 132 | 138 | 143 | 149 | 154 | 160 | 165 | 171 | 176 | 182 |

4 PENUTUP

1. Perkiraan jumlah pelanggan, daya tersambung dan energi terjual dapat dihitung dengan menggunakan acuan data yang didapatkan dari BPS dan PLN(persero) rayon Pati dari tahun 2013 – 2016.
2. Perkiraan konsumsi energi listrik tahun 2026 yaitu 61.312.376 KWh
3. Rata – rata kenaikan konsumsi energi listrik dari tahun 2017 – 2026 6,17%
4. Kebutuhan konsumsi energi listrik per sektor tergantung dari laju pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan perekonomian daerah. Jika pertumbuhan penduduk dan perekonomian suatu daerah semakin meningkat, maka semakin besar energi listrik yang dibutuhkan.
5. Hasil perhitungan perkiraan konsumsi energi listrik mendapatkan hasil laju pertambahan jumlah penduduk yaitu 0,48%, jumlah rumah tangga 0,49%, jumlah pelanggan rumah tangga 2,2%, jumlah pelanggan bisnis 6,7%, jumlah pelanggan umum 1,09%, jumlah pelanggan industri 4,9%, dan daya tersambung dari semua sektor yaitu 7,6%.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, tak lupa sholawat serta salam kepada Nabi MUHAMMAD SAW sehingga

laporan penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang ikut membantu dalam terselesainya laporan tugas akhir ini yaitu :

1. Kedua orang tua Bapak Darto dan Ibu Ramini yang selalu memberikan dukungan do'a, nasehat, semangat, serta motivasi.
2. Keluarga besar Bani Supadi yang telah memberikan dukungan Do'a, nasehat dan motivasi.
3. Bapak Agus Supardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Umar Hassan, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Pihak PLN (persero) Rayon Pati serta Badan Pusat Statistik Daerah Pati yang telah membantu dalam mencari data yang di butuhkan untuk mengerjakan penelitian ini.
6. Buat teman seperjuangan saya Siti Khoiriyah, Amoreza Ryan Abimantoro, Dwi Cahyo Giliestyatmoko, Cahyo Juli Saputra, Aji Danang S, Ahmad sidik dan Mahardira dewantara yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
7. Teman – teman Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini.
8. Teman – teman Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (KMTE) yang telah memberikan pengalaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardian. P Ricky, Lilik Anifah. “peramalan beban listrik jangka panjang provinsi D.I. Yogyakarta menggunakan neural network backpropagation”. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Cekdin, Cekmas. 2004. Teori dan Contoh Soal Teknik Elektro
- Esteves, gheisa R.T, dkk. “Long Term Electricity Forecast “. Rio de janiero : ITQM.2015.
- Fitrianto, Kurniawan, dkk. “perkiraan kebutuhan energi listrik tahun 2006-2015 pada PT.PLN (persero) unit pelayanan jaringan (UPJ) diwilayah kota Semarang dengan metode gabungan”. Tugas akhir Universitas Diponegoro. Semarang
- Heizer, Jay dan Render, Barry. 2009. *Manajemen Operasi*. Edisi 9. Terjemahan Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Empa
- Ke Zhao, dkk. 2012. “Application of Combination Forecast Model in The Medium and Long term Power Forecast”. International Journal of Computer Science Issues (IJCSI). Vol. 9. No.3.
- Mahardika Ogi, 2013 *Prakiraan Beban terpasang di kota surakarta pada tahun 2025*. Tugas akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

Minaye, Emiyamrew dan Matewose, Melaku. 2013. “Long Term Load Forecasting of Jimma Town for Sustainable Energy Supply”. *International Journal of Science and Research (IJSR)*.